

# A UTILIZAÇÃO DA MADEIRA COMPENSADA EM COSTRUÇÕES RURAIS

Guilherme Corrêa STAMATO<sup>1</sup>

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um estudo teórico das principais propriedades físicas, de resistência e elasticidade da madeira compensada, e um estudo experimental das ligações utilizando pinos metálicos e madeira compensada, com a finalidade de oferecer parâmetros de projeto e dimensionamento de construções rurais usando este material.

**PALAVRAS-CHAVE:** construções rurais, compensado, ligações, embutimento

**ABSTRACT:** This work presents a theoretical study of strength and stiffness properties of plywood, and an experimental study of connections using steel dowels with plywood plates, with the aim to design of rural constructions using this material.

**KEYWORDS:** rural constructios, plywood, connectios, embedment

**INTRODUÇÃO:** Dentre os produtos derivados de madeira, o mais utilizado estruturalmente é o compensado, que é um composto laminado onde as lâminas adjacentes, com espessura entre 1mm e 5mm, são ligadas por adesivo, formando diferentes ângulos em relação à direção das fibras da madeira, em função das características mecânicas desejadas. No Brasil são produzidas apenas chapas de compensado com ângulos de 90° entre as fibras das lâminas adjacentes, de forma a “compensar” a resistência da madeira, que é maior na direção paralela e menor na direção normal. A utilização das chapas de madeira compensada com suas boas características estruturais apresenta-se em muitos casos extremamente vantajosa. Boa resistência e elevada rigidez permitem o seu emprego em diversas construções rurais, como por exemplo para estruturas de cobertura de galpões ou na construção de pontes, onde pode-se utilizar o compensado como almas de vigas I ou vigas caixão em composição com madeira serrada maciça. Também pode ser utilizada em fechamento lateral e tremonhas de silos, como painéis de piso, e em muitas outras aplicações no âmbito rural. Para uma utilização racional do compensado como material estrutural, é indispensável o conhecimento de suas propriedades mecânicas de resistência e elasticidade. Dado o grande número de fábricas de compensados no país, é importante a escolha do tipo de compensado, pois existe chapas produzidas a partir de várias espécies de madeira, utilizando vários tipos de adesivo e de revestimento. Propriedades físicas de resistência e elasticidade: A composição transversal das lâminas do compensado permite a obtenção de equilíbrio nas propriedades das mesmas, nas direções principais, conseguindo-se assim um produto com características bastante melhoradas em relação às da madeira maciça. Além disso, deve-se notar a boa estabilidade dimensional do material quando submetido à variação de umidade. A variabilidade dos valores das características elásticas e

---

<sup>1</sup> Mestrando, Departamento de Estruturas, EESC, USP, São Carlos - SP, Brasil.  
E-mail: [gstamato@sc.cisc.br](mailto:gstamato@sc.cisc.br)

de resistência do compensado é consideravelmente menor que a da madeira maciça, pois a composição transversal e o controle de qualidade no processo de fabricação conduzem sempre a um produto final mais homogêneo. A Tabela 1 apresenta os valores médios das propriedades de resistência das chapas de madeira compensada produzidas pela Madeirit. Ligações: Na composição de peças de madeira maciça com compensado para a montagem de seções compostas podem ser utilizado adesivo ou pinos metálicos ( pregos e parafusos ). Para a utilização de adesivo deve ser feito um controle muito rigoroso no processo de colagem, a fim de evitar problemas como bolhas e falta de homogeneidade na linha de cola, além do controle necessário ao manuseio e tempo de secagem da cola. Assim, este tipo de ligação é mais indicado para produção em indústrias. Além disso, também deve ser feito o dimensionamento desta linha de cola. Na utilização de uniões pregadas, estas devem ser rigorosamente calculadas para resistirem aos esforços que irão suportar, pois um mau dimensionamento das ligações pode levar a estrutura à ruína ou causar deformações excessivas. Além disto, deve-se respeitar limitações como espaçamentos entre pinos, de extremidade e de borda.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A nova norma NBR 7190/96, “Projeto de estruturas de madeira”, considera a resistência de ligações por pinos metálicos como sendo função da resistência à flexão do pino e da resistência ao embutimento da madeira. Para este trabalho foi realizado um estudo experimental das ligações utilizando-se pinos metálicos e madeira compensada. Foram realizados ensaios de embutimento de pregos e parafusos em madeira compensada, verificando se os equipamentos e a metodologia para o ensaio de embutimento utilizado para madeira maciça são válidos para o compensado. Foi utilizado compensado de 18 mm de espessura produzido pela Madeirit, composto por 13 lâminas ligadas por adesivo de base fenólica e com revestimento de Tego Filme. Como pode-se observar pelos resultados dos ensaios apresentados na Tabela 2, não há praticamente diferenças entre o embutimento normal ou paralelo às fibras externas do compensado, o que mostra que o comportamento do compensado se aproxima do comportamento de um material isótropo no plano definido pelas duas maiores dimensões do corpo de prova. Nos ensaios, para as dimensões utilizadas nestes corpos de prova, tanto para embutimento normal quanto perpendicular às fibras das lâminas externas, não se observou os modos de ruptura por fendilhamento do compensado, apenas embutimento do pino metálico, ou seja, o modo de ruptura do compensado é por embutimento do pino.

**CONCLUSÕES:** A utilização do compensado em estruturas e fechamentos de construções rurais é viável, pois é um material de boas características mecânicas de rigidez e elasticidade, e por ser um material industrializado, tem pequena variabilidade nestas características. Ainda é pouco difundido o uso deste material em estruturas permanentes, sendo necessário o desenvolvimento de novas pesquisas sobre o comportamento deste material, bem como a formação de mais profissionais capacitados para projeto e execução destas estruturas.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

RIBEIRO, G. O. **Determinação de propriedades elásticas e de resistência dos compensados estruturais.** São Carlos, SET - EESC - USP. Dissertação(mestrado). 1986.

VAZ, J. **Silos verticais de madeira compensada.** São Carlos, SET - EESC - USP. Dissertação(mestrado). 1987.

TABELA 1 - Valores médios das chapas de madeira compensada - Madeirit

| Espessura Nominal (mm)/ Número de Lâminas                             | 12/09                 | 15/11            | 18/13            | 21/15            |
|---|-----------------------|------------------|------------------|------------------|
| Tensão de Ruptura à flexão - $\tau_{rup}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )      | // 650,36<br>⊥ 401,12 | 625,69<br>444,14 | 520,90<br>438,33 | 508,46<br>465,75 |
| Tensão Admissível à flexão - $\tau_{adm}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )      | // 180,02<br>⊥ 100,92 | 178,90<br>116,72 | 142,20<br>117,12 | 143,22<br>122,73 |
| Módulo de Elasticidade à flexão - $\epsilon$ ⊥ (kgf/cm <sup>2</sup> ) | // 87156<br>⊥ 41080   | 83486<br>50662   | 65953<br>46891   | 67176<br>50153   |
| Bitola Média para efeito de cálculo (mm)                              | 12,00                 | 14,80            | 17,60            | 20,40            |
| Tolerância (mm)   | 0,50                  | 0,50             | 0,50             | 0,50             |
| Módulo de Resistência em 1 cm <sup>2</sup> - W (cm <sup>3</sup> )     | 0,240                 | 0,365            | 0,516            | 0,694            |
| Módulo de Inércia em 1 cm <sup>2</sup> - I (cm <sup>4</sup> )         | 0,144                 | 0,270            | 0,454            | 0,707            |

TABELA 2 - Resultado dos ensaios preliminares

|                      | carga de ruptura(daN) | tensão de ruptura( $f_{wc0}$ ou $f_{wc90}$ ) ( $f_{we}$ ) (daN/cm <sup>2</sup> ) | média (daN/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------------|-----------------------|--|------------------------------|
| compressão normal    | 1327                  | 248.5  | 244.3                        |
|                      | 1269                  | 240.0  |                              |
| compressão paralela  | 1665                  | 310.2  | 304.3                        |
|                      | 1594                  | 298.3  |                              |
| embutimento normal   | 347                   | 355.0  | 319.7                        |
|                      | 313                   | 318.8  |                              |
|                      | 280                   | 285.2  |                              |
| embutimento paralelo | 310                   | 317.2  | 335.6                        |
|                      | 356                   | 360.4  |                              |
|                      | 321                   | 329.1  |                              |